1 # 富硒和锗酵母培养物对延边黄牛生长性能、肌肉脂肪酸和氨基酸含量的影响

2 韩东魁　耿春银　张　敏*

3 （延边大学农学院，延吉 133000）

4 摘　要：本试验旨在探究富硒和锗酵母培养物对延边黄牛生长性能、肌肉脂肪酸和氨基

5 酸含量的影响。选取生长发育良好的 30 月龄的延边黄牛公牛 20 头，体重为(351±20) k

6 g，随机分为 4 组，对照组饲喂基础饲粮，试验Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ组饲喂在基础饲粮中分别添

7 加 0.1%、0.2%和 0.3%富硒和锗酵母培养物的试验饲粮，每组 5 头。试验期 90 d。结果

8 表明，与对照组相比：1）试验组的平均日增重均有提高，但变化不显著（P>0.05）；

9 试验Ⅰ、Ⅱ组的饲料转化率分别提高了 18.93%（P<0.05）和 22.85%（P<0.05）。2）试

10 验Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组肌肉中亚油酸含量分别提高了 9.21%（P<0.05）、11.26%（P<0.05）和

11 17.06%（P<0.01）；各组间肌肉中其他脂肪酸含量无显著差异（P>0.05）。3）试验Ⅲ

12 组肌肉中赖氨酸含量提高了 3.81%（P<0.05）；试验Ⅱ、Ⅲ组肌肉中丙氨酸含量分别提

13 高了 7.81%（P<0.05）和 7.56%（P<0.05）；试验Ⅱ组肌肉中谷氨酸含量提高了 4.98%

14 （P<0.05）；各组间肌肉中其他氨基酸含量无显著差异（P>0.05）。综合可知，饲粮中

15 添加富硒和锗酵母培养物可以提高延边黄牛饲料转化率，提高肌肉中亚油酸含量，降低

16 饱和脂肪酸/不饱和脂肪酸，提高肌肉中风味氨基酸（赖氨酸、丙氨酸和谷氨酸）的含

17 量，改善牛肉的风味，建议在延边黄牛饲粮中添加 0.2%富硒和锗酵母培养物。

18 关键词：富硒和锗酵母培养物；延边黄牛；生长性能；脂肪酸；氨基酸

19 中图分类号：S823

收稿日期：2018-01-09

基金项目：吉林省自然科学基金项目“机体内源抗氧化能力与牛肉嫩度关系及对其嫩度影响机制的研究”（31660669）

作者简介：韩东魁（1993-），男，吉林长春人，硕士研究生，研究方向为生物饲料添加剂的开发与应用。E-mail: 573589688@qq.com

*通信作者：张　敏（1963—），教授，硕士生导师，E-mail： 276129497@qq.com

20 随着人们消费水平提高，消费者的对牛肉消费观念发生了巨大转变。安全、绿色、高品
21 质的牛肉成为研究的主要发展方向[1]。有研究表明，中草药制剂、糖萜类、活性肽、微生态
22 制剂等在改善畜产品品质方面有显著的效果[2]。酵母培养物（YC）是用特定的培养基并利
23 用酵母菌的厌氧发酵特性生产出的一种微生态制剂[3]。酵母培养物有助于提高牛生产性能，
24 改善肉品质。耿春银等[4]在西门塔尔牛饲粮中添加 50 g/（d·头）酵母培养物改善了牛肉嫩
25 度，并提高了牛肉的风味。张嘉[5]在延边黄牛饲粮中添加 20 mg/kg 负离子硒和锗中药复合
26 制剂提高了肌肉中蛋白质及不饱和脂肪酸含量。无机微量元素可以通过生物富集作用转变成
27 有机微量元素，从而更好其地发挥生物效价。有研究表明，延边黄牛饲粮中添加富硒和锗酵
28 母培养物可以提高牛外脊和臀部肌肉的鲜味[6]。锗元素在家禽体内具有调控脂类代谢作用，
29 可以显著抑制蛋中固醇的代谢[7]。在目前的研究中，富硒酵母多用于改善家禽及单胃动物的
30 畜产品品质，但在反刍动物中报道较少。同时，硒元素和锗元素对畜产品品质的多见于有关
31 它们单独作用效果的报道，两者的联合作用应用于动物生产中的报道较少，仅局限于复合微
32 量元素酵母的基础研发[8]。本试验利用酵母富集硒和锗元素，研究富硒和锗酵母培养物对延
33 边黄牛生长性能、肌肉脂肪酸和氨基酸含量的影响，为其在改善肉牛肉品质中的应用提供理
34 论依据。

35 ## 1 材料与方法

36 ### 1.1 试验材料

37 富硒和锗酵母培养物由延边大学农学院动物营养与饲料科学研究室提供。富硒和锗酵母
38 培养物发酵条件：pH 为 7.0，培养时间 60 h，接种量 10%，温度 30.2 ℃，米糠添加量为 1
39 44 g/L，装液量 350 mL/L,亚硒酸钠（Na_2SeO_3）的添加量为 10 mg/L，氧化锗（GeO_2）添
40 加量为 120 mg/L。经反复过滤、烘干（65 ℃）、粉碎（150 目）得到的产物经紫外分光光
41 度法测定培养物中有机硒含量为 2.27 mg/kg，有机锗含量为 9.80 mg/kg[9]。

42 ### 1.2 试验设计及试验动物

43 本试验所用试验动物均来自吉林省珲春市旭春肉牛示范基地。选取健康、体况一致的 3
44 0 月龄的延边黄牛公牛 20 头，体重为（351±20) kg，随机分为 4 组，每组 5 头，组内和组
45 间体重差异均不显著（P>0.05)。对照组饲喂基础饲粮，试验Ⅰ、Ⅱ和Ⅲ组饲喂在基础饲粮
46 中分别添加 0.1%、0.2%和 0.3%富硒和锗酵母培养物的试验饲粮。基础饲粮组成及营养水平
47 见表 1。供试牛于每天 04：30 和 16：30 分 2 次饲喂。供给其充分饮水，定期做好消毒防疫
48 工作。试验期 90 d。

49 表 1 基础饲粮组成及营养水平(风干基础)

50 Table 1 Composition and nutrient levels of the basal diet (air-dry basis) %

项目 Items	含量 Contents
原料 Ingredients	
玉米 Corn	45.07
麦麸 Wheat bran	1.88
豆粕 Soybean meal	2.82
稻草 Straw	37.56
酒糟 Distiller's grains	11.27
食盐 NaCl	0.23
小苏打 $NaHCO_3$	0.19
磷酸氢钙 $Ca(HCO_3)_2$	0.19
预混料 Premix[1)]	0.80
合计 Total	100.00
营养水平 Nutrient levels[2)]	

综合净能 NE_{mf}/（MJ/kg)	13.78
粗蛋白质 CP	12.82
钙 Ca	0.39
磷 P	0.28

51 [1]预混料为每千克饲粮提供 The premix provided the following per kg of the diet：VA 3
52 200 IU，VD 1 500 IU，VE 70 IU，Fe 40 mg,Cu 10 mg，Mn 55 mg，Zn 30 mg，I 0.
53 3 mg，Se 0.3 mg，Co 0.1 mg。

54 [2]综合净能为计算值，其余为实测值。NE_{mf} was a calculated value， while the others
55 were measured values.

56 1.3 测定指标与方法

57 1.3.1 生长性能

58 平均日采食量（ADFI）：每天准确记录采食量与剩料量，计算每头牛的平均日采食量
59 （干物质基础）。

60 平均日增重（ADG，kg）=(末体重-初体重)/试验天数；

61 饲料转化率（FCR，%）=100×平均日增重/平均日采食量。

62 1.3.2 肌肉中脂肪酸含量

63 每组选择 3 头牛，取第 12 肋骨至到第 13 肋骨间的背最长肌 100 g，进行肌肉中脂肪酸
64 含量的测定。参照 GB/T 22223-2008 进行样品的前处理，处理后进行上机操作测定。测定
65 仪器为气相色谱仪（7890AGC，Agilent，美国）。载气为氮气（纯度>99.999%，购于吉林
66 省长春市中晨气体有限责任公司）;氢气由高纯氢气发生器（SGH-300，北京东方精华苑科
67 技有限公司）制备;高纯空气购于吉林省长春市巨洋气体科技有限责任公司，纯度>99.999%;
68 标准品为脂肪酸甲醋混标，C4~C24 共 37 种，购于 Sigma 公司，LB74422。

69 所采用的色谱柱为 supelco sP-2560（100 m×250 μm,0.2 μm），检测器为火焰氢离子检

70 测器。程序升温:起始温度 130 ℃，保持 3 min，运行 5 min，速率 4 ℃/min，至 240 ℃，

71 保持 35 min，运行 50 min;进样口温度为 2 400 ℃；火焰氢离子检测器温度为 250℃。

72 1.3.3 肌肉中氨基酸含量

73 取 200 g 背最长肌样品，参照 GB/T 14965-99 中的方法进行样品的前处理，处理后进

74 行上机操作测定。仪器为高效液相色谱仪（2010A HT，岛津，日本）；蛋白质水解管购于

75 Fisher 公司；17 种氨基酸标准品购于 Sigma 公司（SLBC0408V）；PITC 购于美国 Dikma

76 公司，色谱纯；乙腈购于美国 Tedia 公司，色谱纯；其余试剂均为国产，分析纯。

77 所用色谱柱为岛津 Shim-Pack VP-ODS(250 mm×4.6 mm，5 μm)，柱温 38 ℃；检测

78 波长 254 nm；进样量 1 μL。流动相 A：磷酸缓冲液；流动相 B：乙腈溶液。线性梯度洗脱

79 程序:0 min,0% B；5 min,10% B；30 min,40% B；30.01 min,70% B；36 min，70% B；4

80 5 min，STOP。流动相流速 1.0 mL/min。

81 1.4 数据统计与分析

82 本试验所得数据使用 Excel 2016 进行整理，并应用 SPSS 20.0 进行单因素方差分析，

83 结果用“平均值±标准差”表示。

84 2 结 果

85 2.1 富硒和锗酵母培养物对延边黄牛生长性能的影响

86 由表 2 可知，与对照相比，各试验组平均日增重均有所提高，但差异不显著（$P<0.05$）；

87 试验Ⅰ、Ⅱ组的饲料转化率均显著提高（$P<0.05$），但这 2 组间无显著差异（$P>0.05$）；各

88 试验组的平均日采食量呈上升趋势，但组间无显著差异（$P>0.05$）。

89 表 2 富硒和锗酵母培养物对延边黄牛生长性能的影响

90 Table 2 Effects of yeast culture with selenium and germanium on growth performance of *Yanbian*

91 yellow cattle

项目 Items	组别 Groups			
	对照 Con	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
初体重 IBW/kg	352.63±15.22	362.25±9.07	351.63±8.14	353.25±5.97
末体重 FBW/kg	454.25±15.54	489.75±24.09	480.25±33.34	482.75±10.87
平均日增重 ADG/kg	1.13±0.15	1.36±0.17	1.41±0.12	1.31±0.11
平均日采食量 ADFI/kg	7.64±0.10	7.73±0.16	7.76±0.20	7.69±0.17
饲料转化率 FCR/%	14.79±1.92[b]	17.59±2.03[a]	18.17±1.52[a]	17.03±1.48[ab]

92　　同行数据肩标不同小写字母表示差异显著（*P*＜0.05），不同大写字母表示差异极显（*P*＜0.01）。下

93　表同。

94　　In the same row， values with different small letter superscripts mean significant difference （*P*＜0.0

95　5）, and with different capital letter superscripts mean significant difference （*P*＜0.01）. The same as be

96　low.

97　2.2　富硒和锗酵母培养物对延边黄牛肌肉脂肪酸含量的影响

98　　由表 3 可知，与对照组相比，试验Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ组肌肉中亚油酸含量分别提高了 9.21%（*P*

99　<0.05）、11.26%（*P*<0.05）和 17.06%（*P*<0.01）；随着富硒和锗酵母培养物添加量的提高，

100　饱和脂肪酸/不饱和脂肪酸呈下降趋势，且试验Ⅱ、Ⅲ组与对照组差异显著（*P*<0.05）；与

101　对照组相比，试验组硬脂酸、棕榈酸含量略有降低，油酸、亚麻油酸含量略有上升，但均无

102　显著差异（*P*>0.05）。结果提示，富硒和锗酵母培养物可以显著提高肌肉中亚油酸含量，显

103　著降低饱和脂肪酸/不饱和脂肪酸。

104　表 3　富硒和锗酵母培养物对延边黄牛肌肉脂肪酸含量的影响

105　Table 3　Effects of yeast culture with selenium and germanium on fatty acid contents in

106　muscle of *Yanbian* yellow cattle　%

项目 Items	组别 Groups			
	Con	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
硬脂酸 C18:0	16.29±0.14	16.01±0.20	15.91±0.28	15.96±0.18
棕榈酸 C16:0	29.09±0.80	28.97±0.59	28.94±0.76	28.84±0.50

肉蔻豆酸 C14:0	2.44±0.24	1.83±0.54	1.72±0.13	1.95±0.46
棕榈油酸 C16:1	4.42±0.22	4..35±0.15	4.24±0.10	4.31±0.71
油酸 C18:1	44.70±0.91	45.31±0.43	45.61±0.55	45.49±1.23
亚油酸 C18:2	2.93±0.14[Bc]	3.20±0.05[ABb]	3.26±0.06[ABb]	3.43±0.10[Aa]
亚麻酸 C18:3	0.24±0.04	0.24±0.03	0.27±0.04	0.25±0.01
饱和脂肪酸/不饱和脂肪酸 SFA/UFA	0.92±0.027[a]	0.88±0.01[ab]	0.87±0.02[b]	0.87±0.03[b]

107 2.3 富硒和锗酵母培养物对延边黄牛肌肉氨基酸含量的影响

108 由表 4 可知，与对照组相比，试验III组肌肉中赖氨酸含量提高了 3.81%（*P*<0.05）；试

109 验 II 、III组肌肉中丙氨酸含量分别提高了 7.81%（*P*<0.05）和 7.56%（*P*<0.05）；试验 II 组

110 肌肉中谷氨酸含量提高了 4.98%（*P*<0.05）；各试验组间肌肉中赖氨酸、丙氨酸和谷氨酸含

111 量均无显著差异（*P*>0.05）；各组间肌肉中其他氨基酸含量无显著差异（*P*>0.05）。结果提

112 示，富硒和锗酵母培养物可以显著提高肌肉中赖氨酸、丙氨酸和谷氨酸的含量。

113 表 4 富硒和锗酵母培养物对延边黄牛肌肉氨基酸含量影响

114 Table 4 Effects of yeast culture with selenium and germanium on amino acid conten

115 ts in muscle of *Yanbian* yellow cattle mg/g

项目 Items	组别 Groups			
	Con	I	II	III
亮氨酸 Leu	5.45±0.12	5.43±0.06	5.51±0.12	5.54±0.15
异亮氨酸 Ile	2.68±0.06	2.69±0.12	2.62±0.17	2.82±0.10
苏氨酸 Thr	2.76±0.09	2.85±0.15	2.88±0.13	2.87±0.10
蛋氨酸 Met	1.87±0.07	1.85±0.09	1.90±0.18	1.94±0.06
赖氨酸 Lys	5.25±0.10[b]	5.37±0.06[ab]	5.40±0.08[ab]	5.45±0.11[a]

缬氨酸 Val	2.63±0.11	2.73±0.24	2.73±0.14	2.75±0.12
丙氨酸 Ala	3.97±0.08[b]	4.14±0.11[ab]	4.28±0.10[a]	4.27±0.20[a]
甘氨酸 Gly	3.06±0.08	3.12±0.01	3.17±0.06	3.15±0.06
组氨酸 His	1.86±0.09	1.89±0.04	1.88±0.13	1.83±0.20
丝氨酸 Ser	2.32±0.05	2.41±0.20	2.42±0.08	2.48±0.14
酪氨酸 Tyr	2.51±0.14	2.38±0.06	2.34±0.10	2.49±0.15
天门冬氨酸 Asp	5.65±0.19	5.79±0.12	5.84±0.07	5.78±0.16
谷氨酸 Glu	10.65±0.18[b]	11.06±0.23[ab]	11.18±0.39[a]	11.12±0.26[ab]
精氨酸 Arg	4..32±0.15	4..36±0.10	4..45±0.20	4..57±0.11
苯丙氨酸 Phe	2.79±0.17	2.71±0.07	2.78±0.29	2.74±0.11
半胱氨酸 Cys	0.126±0.003	0.129±0.015	0.143±0.011	0.136±0.006

116 ## 3 讨 论

117 ### 3.1 富硒和锗酵母培养物对延边黄牛生长性能的影响

118 酵母菌、乳酸菌等都是瘤胃内有益菌微生物，对于反刍动物瘤胃微生物的稳态起着重要
119 作用。其中，酵母菌能够调节菌群结构，并可以提高乳酸菌的活性，利于瘤胃内 pH 的稳定。
120 富硒酵母菌是目前较为常用的硒补充剂，经酵母将硒元素化成具有很高的生物活性的 *L*-（+）
121 -硒代蛋氨酸，从而更容易被动物吸收利用。在本试验中，不同添加量富硒和锗酵母培养物
122 均有利于提高延边黄牛的平均日增重、饲料转化率。添加富硒和锗酵母培养物的各试验组平
123 均日增重均有所有提高，但组间无显著差异。添加量为 0.1%时，饲料转化率与对照组有显
124 著差异，且增重效果优于添加 0.3%时。当添加量为 0.2%时，饲料转化率较对照组提高了 2
125 2.85%。各试验组供平均日采食量均高于对照组，但组间无显著差异。Bontempo 等[10]研究

126 表明，添加活性酵母可以提高牛的生长性能。Wichtel 等[11]在 5 月龄奶牛犊牛饲粮中补充硒

127 可以提高牛的平均日增重。但是，Chorfi 等[12]和 Gunter 等[13]报道称关于富硒酵母培养物或

128 硒对牛的生长性能方面并无显著影响。锗元素可以提高血液中三甲状腺原氨酸（T_3）和甲状

129 腺素（T_4）含量，促进动物生长[14]。吴东波等[15]在肉仔鸡中添加了硒、锗和维生素 E，发现

130 当硒、锗同时添加，且硒的添加量为 0.15 mg/kg 和锗的添加量 5 mg/kg 时效果最好。吴贵

131 富等[16]在小鼠饲粮中添加富锗酵母培养物，提高了小鼠的平均日增重并降低了料重比。白

132 晓凯等[17]研究表明，饲粮中添加富锗酵母培养物可以提高仔猪的平均日增重及饲料转化率。

133 关于富锗酵母培养物对于反刍动物生产方面的报道较少，其具体作用机制仍需进一步研究。

134 本试验与上述试验结果存在差异可能是与锗元素和硒元素联合作用有关。在目前的研究中，

135 多为关于富硒或锗酵母培养物单独作用的影响，尚未有联合作用的研究。

136 3.2 富硒和锗酵母培养物对延边黄牛肌肉中脂肪酸含量的影响

137 肌肉中脂肪酸的含量与比例是牛肉品质重要评价指标。肌肉中的脂肪酸分为饱和脂肪酸

138 和不饱和不饱和脂肪酸。饱和脂肪酸摄入量过高会增加动脉硬化的发病率[18]。不饱和脂肪

139 酸对人类具有抗癌、降脂、预防心血管疾病等作用。同时，亚油酸和亚麻油酸不仅是人类必

140 需脂肪酸，而且对牛肉的风味有着重要影响[19]。有研究发现，微量元素硒有调控动物体内

141 脂肪酸代谢的作用[20]。Czauderna 等[21]研究表明，在小鼠饲粮中添加富硒酵母培养物可以提

142 高小鼠肌肉中共轭亚油酸的含量。在奶牛饲粮中添加富硒酵母培养物也可以提高牛奶中不饱

143 和脂肪酸的含量[22]。关于锗元素对肌肉中脂肪酸含量的形成的报道较少。但在植物中，通

144 过对比富锗灵芝和普通灵芝发现，富锗灵芝中多不饱和脂肪酸的含量要高于普通灵芝[23]。

145 在本试验中，富硒和锗酵母培养物可以提高肌肉中亚油酸含量，降低肌肉中饱和脂肪酸/不

146 饱和脂肪酸。

147 3.3 富硒和锗酵母培养物对延边黄牛肌肉中氨基酸含量影响

148 人体每天所需的 22 种氨基酸中，有 8 种是人体自身不能合成的，这 8 种氨基酸必须在

149 食物中获取。而牛肉中含有人体所必需的 8 种氨基酸，且在人体中吸收利用高，所以牛肉是

150 人体补充氨基酸很好的选择。为了提高牛肉风味，发酵稻草、全混合日粮和饲料添加剂的使

151 用都已经应用到肉牛的生产中[24-25]。但是，肌肉中氨基酸的含量因牛的品种和性别、饲粮和

152 饲养环境的不同而有所差异。在本试验中，添加富硒和锗酵母培养物提高了肌肉中风味氨基

153 酸（赖氨酸、丙氨酸和谷氨酸）的含量，改善了牛肉的风味。申佳洁[26]通过电子鼻和电子

154 舌对贮藏期间延边黄牛肉的分析发现，富硒和锗酵母培养物可以提高牛肉鲜味及鲜味回味输

155 出值。伏映萍[27]在滩羊饲粮中添加 0.35 mg/kg 硒发现，羊肉中香味氨基酸脯氨酸和赖氨酸

156 的含量得到提高，羊肉的风味得到改善。目前，关于锗元素对牛的肌肉中氨基酸含量的影响

157 尚未见报道，具体影响机制还需进一步研究。

158 4 结 论

159 ① 饲粮中添加富硒和锗酵母培养物可以提高延边黄牛饲料转化率。

160 ② 饲粮中添加富硒和锗酵母培养物可以提高延边黄牛肌肉中亚油酸含量，降低饱和脂肪酸

161 /不饱和脂肪酸。

162 ③ 饲粮中添加富硒和锗酵母培养物可以提高延边黄牛肌肉中风味氨基酸（赖氨酸、丙氨酸

163 和谷氨酸）的含量，改善牛肉的风味。

164 ④ 综合各指标的变化以及饲料成本等因素，建议在延边黄牛饲粮中添加 0.2%富硒和锗酵

165 母培养物。

166 参考文献：

167 [1] HENCHION M M,MCCARTHY M,RESCONI V C.Beef quality attributes:a system

168 atic review of consumer Perspectives[J].Meat Science,2017,128:1–7.

169 [2]张敏,苗晓微,王茂田,等.绿色饲料添加剂在改善畜产品品质方面的研究进展[J].饲料工

170 业,2005,26(21):9–11.

171 [3]YAN M,YU L F,ZHANG L,et al.Phosphatase activity and culture conditions of the
172 yeast *Candida mycoderma* sp. and analysis of organic Phosphorus hydrolysis ability[J].
173 Journal of Environmental Sciences,2014,26(11):2315–2321.
174 [4]耿春银,张亚伟,任丽萍,等.饲喂活性干酵母与酵母培养物的牛肉风味比较[J].中国畜牧
175 杂志,2015,51(S1):161–163.
176 [5]张嘉.负离子硒锗中药复合制剂对延边黄牛肉品质影响[D].硕士学位论文.延吉:延边
177 大学,2017.
178 [6]林墨,申佳洁,王增凯,等.富硒锗酵母添加量对延边黄牛肉风味特性的影响[J].食品与机
179 械,2017,33(6):21–24,30.
180 [7]唐兆新,史言,赵景义,等.Ge-132 对蛋鸡生产性能的影响[J].黑龙江畜牧兽医,1995(2)：1
181 –4.
182 [8]吴艳萍,王旭,赵悦,等.复合微量元素酵母的研究[J].中国初级卫生保健,2013,27(12):103
183 –105.
184 [9]韩东魁,高凯,张敏,等.酵母菌富集有机硒和有机锗的条件筛选[J].饲料工业,2017,38(9):
185 43–47.
186 [10]BONTEMPO V,AGAZZI A,CHEVAUX E,et al.Effect of live yeast dietary supplem
187 entation on growing calves performance and health[J].Journal of Animal Science,2009,
188 87(7):281.
189 [11]WICHTEL J J,CRAIGIE A L,FREEMAN D A,et al.Effect of selenium and iodine
190 supplementation on growth rate and on thyroid and somatotropic function in dairy ca

191 lves at pasture[J].Journal of Dairy Science,1996,79(10):1865–1872.

192 [12]CHORFI Y,GIRARD V,FOURNIER A,et al.Effect of subcutaneous selenium injecti

193 on and supplementary selenium source on blood selenium and glutathione peroxidase i

194 n feedlot heifers[J].Canadian Veterinary Journal,2011,52(10):1089–1094.

195 [13]GUNTER S A,BECK P A,PHILLIPS J K.Effects of supplementary selenium sourc

196 e on the performance and blood measurements in beef cows and their calves[J].Journa

197 l of Animal Science,2003,81(4):856–864.

198 [14]杨志强,张科仁,张平成,等.锗对鸡血清碘和甲状腺素含量的影响[J]甘肃畜牧兽医,199

199 4(1):6–7.

200 [15]吴东波,袁缨,荆义.联合添加抗氧化剂在肉鸡生产中的应用[J].饲料工业,2006,27(4):4

201 0–45.

202 [16]吴贵富,邹粮泽,张敏,等.富锗酵母对高脂小鼠脂肪代谢的影响[J].饲料工业,2017,38(1

203 4):39–41.

204 [17]白晓凯,耿春银,李艳娇,等.酵母锗对仔猪生长性能及养分代谢的影响[J].饲料工业,20

205 17,38(12):10–16.

206 [18]朱小芳.食品中 n-3 多不饱和脂肪酸的营养作用[J].现代食品,2016(1):48–50.

207 [19]李晓亚,唐德富,李发弟,等.反刍动物肌肉脂肪酸对肉品质的影响及其调控因素[J].动

208 物营养学报,2016,28(12):3749–3756.

209 [20] TANGUY S,BESSE S,DUCROS V,et al.Effect of increased dietary selenium intak

210 e on blood and cardiac selenium status during aging in rats[J].Nutrition Research,2003,

211 52(23):239–243.

212 [21]CZAUDERNA M,KOWALCZYK J,KORNILUK K.Effect of dietary conjugated lin

213 oleic acid and selenized yeast on the concentration of fatty acids and minerals in rats

214 [J].Archives of Animal Nutrition,2007,61(2):135–150.

215 [22]王连群.不饱和脂肪酸日粮中添加VE和不同硒源对牛奶和血浆脂肪酸组成及抗氧化

216 性的影响[D].硕士学位论文.乌鲁木齐:新疆农业大学,2008.

217 [23]党建章,宁超美,吴惠勤,等.富锗灵芝菌丝体中2种同工酶及脂肪酸、无机元素含量分

218 析[J].中国药学杂志,2005,39(5):383–384.

219 [24]白晓凯,旦周松毛,张敏.三菌发酵稻草对延边黄牛牛肉中脂肪酸和氨基酸的影响[J].

220 饲料研究,2015,24(14):41–44.

221 [25]严昌国,金辉东,安春德.TMR对延边黄牛肉中氨基酸和脂肪酸含量的影响[J].延边大

222 学学报,2007,29(3):192–196.

223 [26]申佳洁.富硒锗酵母对延边黄牛肉风味影响研究[D].硕士学位论文.延吉:延边大学,20

224 17.

225 [27]伏映萍.日粮中添加硒对滩羊肉品质的影响[D].硕士学位论文.银川:宁夏大学,2013.

226 Effects of Yeast Culture with Selenium and Germanium on Growth Performance, Fatty Acid

227 and Amino Acid Contents in Muscle of *Yanbian* Yellow Cattle

228 HAN Dongkui GENG Chunyin ZHANG Min*

229 （*Agricultural College of Yanbian University, Yanji* 133000, China）

230 Abstract: This study was to evaluate the effects of effects of yeast culture with selenium

231 and germanium on growth performance, fatty acid and amino acid contents in muscle of *Y*

*Corresponding author, professor, E-mail： 276129497@qq.com (责任编辑 王智航)

232 *anbian* yellow cattle. Twelve 30-month-old *Yanbian* yellow cattle weighted (351±20) kg we
233 re selected and randomly divided into 4 groups with 5 heads per group. Cattle in control
234 group were fed a basal diet, and those in trial groups Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ were fed the basa
235 l diet supplemented with 0.1%, 0.2% and 0.3% yeast culture with selenium and germa
236 nium, respectively. The trial period lasted for 90 d. The results showed that compared wit
237 h control group： 1）average daily gain of trial groups was increased, but there were no
238 significant difference among groups ($P>0.05$); feed conversion ratio of trial groups Ⅰ and
239 Ⅱ was increased by 18.93% and 22.85%（$P<0.05$）, respectively. 2）Linoleic acid conten
240 t in muscle of trial groups Ⅰ, Ⅱ and Ⅲ was increased by 9.21% （$P<0.05$）, 11.26%
241 （$P<0.05$） and 17.06% （$P<0.01$）, respectively; there were no significant differences of
242 contents of other fatty acids among groups （$P>0.05$）. 3） Lysine content in muscle of t
243 rial group Ⅲ was increased by 3.81% （$P<0.05$）; alanine content in muscle of trial gro
244 ups Ⅱ and Ⅲ was increased by 7.81% （$P<0.05$） and 7.56%（$P<0.05$）, respectively;
245 glutamic acid content in muscle of trial group Ⅱ was increased by 4.98%（$P<0.05$）; ther
246 e were no significant differences of contents of other amino acids among groups（$P>0.05$).
247 In conclusion, dietary supplementation of yeast culture with selenium and germanium can
248 increase feed conversion ratio, increase linoleic acid content and decrease satisfied fatty a
249 cid/unsatisfied fatty acid in muscle, increase flavor amino acid (lysine, alanine and glutami
250 c acid) contents, and improve beef flavor of *Yanbian* yellow cattle; the suggested supplem
251 ental level of yeast culture with selenium and germanium in diet for *Yanbian* yellow cattle
252 is 0.2%.

253 Key words: yeast culture with selenium and germanium; *Yanbian* yellow cattle; growth per

254 formance; fatty acid; amino acid;